



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 39 159 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 03 K 17/955**  
G 01 D 5/24  
G 06 F 3/033

21 Aktenzeichen: 199 39 159.9  
22 Anmeldetag: 20. 8. 1999  
43 Offenlegungstag: 2. 3. 2000

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:  
Schnell, Axel, Dipl.-Ing., 58256 Ennepetal, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt  
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 **Berührungsempfindliches kapazitives Sensormatrixfeld**

57 Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung zur Verfügung gestellt, die eine Positionskoordinatenbestimmung einer Berührung durchführen kann. Die Vorrichtung umfaßt eine Anzahl an einzelnen passiven Sensorelementen, die in Form einer Matrix beliebig angeordnet werden können und auf einem rein kapazitiven Basismesseffekt beruhen sowie eine Auswerteelektronik. An zwei orthogonalen Seiten der Matrix aus Sensorelementen erfolgt über Kopplwiderstände eine geeignete Signaleinspeisung, an den beiden anderen Seiten erfolgt der Abgriff der Messsignale für die X-Position und die Y-Position. Es gibt also nur drei Leitungsverbindungen zwischen passiver Sensormatrix und der Auswerteelektronik.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel übernimmt innerhalb der Auswerteelektronik ein Microcontroller u. a. die Kommunikation mit möglichen Peripheriegeräten wie z. B. PC, die von der Vorrichtung gesteuert werden sollen. Die Vorteile der vorliegenden Erfindung bestehen darin, daß sie kostengünstig aufgrund ihres extrem einfachen, vorzugsweise einlagigen Aufbaus und ihres flexiblen Designs sowie wegen des geringen Aufwandes an elektronischen Komponenten ein Eingabegerät realisiert, welches aufgrund des verwendeten Messverfahrens auch in verschmutzungs- und vandalismusgefährdeten Bereichen gut eingesetzt werden kann.

DE 199 39 159 A 1

BEST AVAILABLE COPY

DE 199 39 159 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine kapazitive, berührungsempfindliche Vorrichtung, die durch elektrisch nicht leitende Materialien hindurch arbeiten oder bedient werden kann und in der Lage ist, die Koordinaten des durch den Bedienerfinger oder eines anderen Gegenstandes entstehenden Berührungspunktes zu lokalisieren. Derartige Systeme sind dazu geeignet z. B. den Dialog des Bedieners mit einem Computersystem zu realisieren.

## [Stand der Technik]

Berührungssensitive, matriziell angeordnete, zum Teil auch kapazitiv arbeitende Eingabesysteme sind z. B. aus den US-Patentschriften 4,550,310 und 5 463 388 sowie aus der Offenlegungsschrift DE 197 44 791 A1 bekannt. Allen bestehenden Systemen gemeinsam ist der relativ komplexe, konstruktive Aufbau zur Lösung des Problems der Berührungspunktlokalisierung. Die beschriebenen Geräte besitzen immer einen mehrschichtigen Aufbau des Senorflächenlayers und/oder einen Aufwand an Auswerteelektronik, der proportional mit der Anzahl an Zeilen und Spalten der verwendeten Matrixanordnung und damit der maximalen Auflösung des Systems anwächst. Zum Teil arbeiten die Geräte trotz einer solchen Bezeichnung gar nicht mit einem kapazitiven Basismesseffekt. Durch den angesprochenen mehrschichtigen bzw. mehrlagigen Aufbau gestaltet sich die Verwendung solcher Geräte als transparente Eingabesysteme vor Displays oder Bildschirmen (Touchscreen) als äußerst schwierig. Angesichts der oben erörterten Problematik besteht das Bedürfnis nach einer einfach zu implementierenden, einlagig realisierten, kapazitiven, berührungsempfindlichen Vorrichtung, welche nur so viele Elektronikkomponenten bzw. Aufwand an Auswerteelektronik enthält, wie für eine befriedigende Positionsbestimmung absolut notwendig ist.

## [Aufgabe der Erfindung]

Ausgehend vom Stand der Technik ist die Aufgabe der Erfindung, mit geringem Aufwand, kostengünstig, vandalismussicher und verschleißfrei ein aus matriziell angeordneten, berührungssensitiven, kapazitiven Sensorelementen aufgebautes Eingabegerät zu realisieren, welches erfindungsgemäß aus einem vorzugsweise einlagigen, speziellen Basissensoraufbau besteht und unabhängig von der Anzahl der Einzelsensorelemente mit nur einer einzelnen Auswerteelektronik auskommt.

## [Beispiele]

Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert:

**Fig. 1a** zeigt eine erfindungsgemäß berührungsempfindliche, geometrische Struktur und Anordnung eines einzelnen kapazitiven Sensorelementes (1). Dieses besteht aus in geeigneter Weise angeordneten vier Einzelflächen (2), welche jeweils elektrisch leitend mit einem Zuleitungselement (3) verbunden sind.

Durch die Lage der Einzelflächen (2) zueinander ergibt sich ein elektrischer Vierpol mit den einzelnen Vierpolkapazitäten  $C_{vp}$  (4) wie in **Fig. 1b** angegeben.

**Fig. 2** zeigt mehrere miteinander über Zuleitungselemente (3) verbundene einzelne kapazitive Sensorelemente (1), flächig angeordnet hinter einem dielektrischen, elektrisch nichtleitenden Material (6) im Schnitt.

Dieses Material sorgt dafür, daß ein Bedienerfinger oder Gegenstand (5), welcher zumindest parasitär kapazitiv geerdet ist, die einzelnen kapazitiven Sensorelemente (1) nicht direkt elektrisch kontaktieren kann, so daß sich in jedem Fall Kapazitäten zwischen den Einzelflächen (2) untereinander und dem Bedienerfinger oder Gegenstand (5), welcher zumindest parasitär kapazitiv geerdet ist, und den Einzelflächen (2) ausbilden können.

**Fig. 3a** zeigt in der Draufsicht wie ein Bedienerfinger oder Gegenstand (5), welcher zumindest parasitär kapazitiv geerdet ist, sich oberhalb eines durch das elektrisch nichtleitende Material (6) abgedeckten einzelnen kapazitiven Sensorelementes (1) befindet und das elektrisch nichtleitenden Material (6) auf der dem kapazitiven Sensorelement (1) gegenüberliegenden Seite berührt.

**Fig. 3b** zeigt den durch diese Situation entstehenden neuen elektrischer Vierpol mit den einzelnen Vierpolkapazitäten  $C_{vp}$  (4) und den nun neu hinzukommenden Kapazitäten gegen Erdpotential  $C_p$  (7).

Werden nun die einzelnen kapazitiven Sensorelemente (1) matriziell flächig angeordnet und zwar in der Weise, daß der Anschluß mit der Bezeichnung  $C_0$  mit dem Anschluß  $C_i$  des jeweils unteren Elementes, und der Anschluß mit der Bezeichnung  $R_0$  mit dem Anschluß  $R_i$  des jeweils rechts liegenden Elementes verbunden werden, ergibt sich eine homogene, matrizielle Anordnung von Teilvierpolen wie in **Fig. 4** dargestellt. Kommt es auf der gegenüberliegenden Seite eines kapazitiven Sensorelementes (1), also auf der den Sensorelementen abgewandten Seite der Oberfläche des elektrisch nichtleitenden Materials (6), zu einer Berührung durch einen Bedienerfinger oder Gegenstand (5), welcher zumindest parasitär kapazitiv geerdet ist, so muß in der Gesamtanordnung von **Fig. 4** der entsprechende Sensorvierpol durch den Vierpol von **Fig. 3b** ersetzt werden und die elektrische Homogenität der matriziell flächigen Gesamtanordnung verschwindet.

**Fig. 5** zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel von berührungsempfindlichen, matriziell flächig angeordneten, einzelnen, kapazitiven Sensorelementen (1). Die vierseitige, orthogonale Gesamtfläche der Anordnung wird an zwei zueinander orthogonalen Seiten jeweils über Koppelwiderstände (8) von einer gemeinsamen Signalquelle (9) in geeigneter Weise gespeist. An den beiden verbleibenden Seiten wird jeweils wieder über Koppelwiderstände (8) ein gemeinsamer Messignalknotenpunkt für die X-Position (10) und ein gemeinsamer Messignalknotenpunkt für die Y-Position (11) herausgeführt. Die gesamte Anordnung ist also nur über drei Signalleitungen mit der Auswerteelektronik (12) wie in

**Fig. 6** gezeigt verbunden. Dieser Sachverhalt bleibt, ebenfalls in **Fig. 6** schematisch dargestellt, unberührt von der Anzahl der verwendeten einzelnen kapazitiven Sensorelemente (1) und damit der möglichen Auflösung der Berührungskoordinatenbestimmung. Die Auswerteelektronik (12) selbst besteht vorzugsweise aus drei Funktionseinheiten. Einer speisenden Quelle (9), einer Eingangsstufe (14) zur Erfassung der Messgrößen für die X-Position und zur Erfassung der Messgrößen für die Y-Position sowie einem Mikrocontroller (13). Dieser wird vorzugsweise für die Erledigung mehrerer Aufgabenstellungen innerhalb der Auswerteelektronik (12) verwendet. Er kontrolliert das Signal der speisenden Quelle (9) in Bezug auf Amplitude und/oder Phasenlage, er verarbeitet in geeigneter Weise die Daten aus der Eingangsstufe (14), er berechnet nach einem geeigneten Algorithmus die XY-Positionskordinaten einer Berührung des nicht leitenden Materials und übermittelt die ermittelten Positionskordinaten an weiterführende Geräte mit denen eine Kommunikation aufgebaut werden soll z. B. PC.

Fig. 7 zeigt das bevorzugteste Ausführungsbeispiel von berührungsempfindlichen, matriziell flächig angeordneten, kapazitiven Sensorelementen (1). Hierbei wird auf die Zuleitungselemente (3) der einzelnen, kapazitiven Sensorelemente (1) ganz verzichtet und jeweils zwei benachbarte, auf gleichem elektrischen Potential liegende Sensorelektroden-Einzelflächen (2) fügen sich nun nahtlos zusammen. Dadurch entsteht eine extrem einfach zu fertigende Rautenstruktur (15), die sich aber funktionsfähig nach gleichem Prinzip betreiben läßt, wie die Anordnungen welche in Fig. 5 und Fig. 6 beschrieben wurden.

Fig. 8 zeigt eine Matrix aus Messwertepaaren. Jedes dieser Messwertepaare für sich ist der Berührungsposition des entsprechenden kapazitiven Sensorelementes (1) innerhalb der matriziell flächigen Gesamtsensoranordnung eindeutig zugeordnet. Alle Elemente der Matrix enthalten ein Messwertepaar bestehend aus X-Messwert und Y-Messwert z. B.  $[U_{ik\ X}, U_{ik\ Y}]$ . Im Falle der Nichtberührung ist dieses immer eindeutig größer als im Falle der Berührung eines Sensorelementes (1). Im Falle der Berührung von einzelnen Sensorelementen (1) auf der Hauptdiagonalen der Anordnung sind die Wertepaarelemente der Matrix gleich groß z. B.  $[U_{ik\ X} = U_{ik\ Y}]$ . Sie unterscheiden sich aber in Abhängigkeit von ihrer Position auf der Hauptdiagonalen der Anordnung.

Im Falle der Berührung eines einzelnen Sensorelementes (1) der Anordnung, welches geometrisch an der Hauptdiagonalen der Matrix spiegelbar ist, spiegeln sich dessen Messsignalwertepaare auch z. B.  $[U_{ik\ X} = U_{ik\ Y}]$  und  $[U_{ik\ Y} = U_{ik\ X}]$  jeweils X-Wert gegen Y-Wert getauscht.

#### Bezugszeichenliste

- 1 kapazitives Sensorelement
- 2 Einzelfläche
- 3 Zuleitungselement
- 4 Vierpolkapazitäten  $C_{VP}$
- 5 Bedienerfinger oder Gegenstand, kapazitiv geerdet
- 6 nichtleitendes Material z. B. Glas
- 7 Kapazitäten gegen Erdpotential  $C_E$
- 8 Koppelwiderstände
- 9 speisende Quelle bzw. Generator
- 10 gemeinsamer Messignalknotenpunkt X-Achse
- 11 gemeinsamer Messignalknotenpunkt Y-Achse
- 12 Auswertelektronik
- 13 Microcontroller
- 14 Eingangsstufe
- 15 Rautenstruktur

#### Patentansprüche

1. Durch elektrisch nichtleitende Materialien hindurch bedienbare, berührungsempfindliche Vorrichtung mit kapazitivem Messeffekt zur Ermittlung von Positionskordinaten der Berührung des nichtleitenden Materials **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Testsignal auf orthogonale Seitenkanten eines homogen strukturierten Feldes aus einer Vielzahl von einzelnen, gleich großen, elektrisch leitenden Flächenelementen aufgeschaltet wird und Messsignale an orthogonalen Seitenkanten ausgekoppelt werden, wobei die durch eine Bedienung erzeugte, partielle elektrische Inhomogenität über zumindest parasitär kapazitive Kopplungen gegen Erdpotential oder ein konstantes Bezugspotential durch die Messsignale detektiert wird.
2. Berührungsempfindliche Vorrichtung zur Ermittlung von Positionskordinaten, die folgendes umfaßt: Vorzugsweise einlagige, matrizielle, orthogonale An-

ordnung von einzelnen, kapazitiven Sensorelementen (1), welche an zwei orthogonal zueinander liegenden Seiten jeweils über Koppelwiderstände (8) funktionsfähig eine gemeinsame elektrische Signaleinspeisung durch eine Quelle bzw. einen Generator (9) erhalten, wobei die einzelnen kapazitiven Sensorelemente (1) aus jeweils vier Einzelflächen eines elektrisch gut leitenden Materials oder einer entsprechenden Beschichtung bestehen;

einen jeweils über Koppelwiderstände (8) gemeinsam funktionsfähig gebildeten Messignalknotenpunkt (10) der Spannung  $U_X$  bzw. des Stromes  $I_X$  welche/welcher die Messgröße gegen Signalmasse oder Erdpotential zur Ermittlung der X-Position der Berührung bildet; einen jeweils über Koppelwiderstände (8) gemeinsam funktionsfähig gebildeten Messignalknotenpunkt (10) der Spannung  $U_Y$  bzw. des Stromes  $I_Y$  welche/welcher die Messgröße gegen Signalmasse oder Erdpotential zur Ermittlung der Y-Position der Berührung bildet; und

ein die matrizielle, orthogonale Anordnung von kapazitiven Sensorelementen (1) gegen direkten Kontakt derartig isolierendes elektrisch nichtleitendes Material (6), daß sich in jedem Fall Kapazitäten zwischen dem zumindest parasitär kapazitiv geerdeten Bedienerfinger oder Gegenstand (5) und den Einzelflächen (2) der kapazitiven Sensorelemente (1) sowie den Einzelflächen (2) untereinander ausbilden können, wobei das nichtleitende Material (6) gleichzeitig als Trägermittel der kapazitiven Sensorelemente (1) dienen kann.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und 2, wobei die über Zuleitungselemente (3) miteinander verbundenen und damit auf elektrisch gleichem Potential liegenden Einzelflächen (2) jeweils zweier benachbarter kapazitiver Sensorelemente (1) untereinander nicht denselben Abstand haben müssen, wodurch sich beliebige, aus einzelnen kapazitiven Sensorelementen (1) bestehende Strukturen und damit auch Tastaturen ausbilden lassen.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und 2, wobei die auf elektrisch gleichem Potential liegenden Einzelflächen (2) jeweils zweier benachbarter kapazitiver Sensorelemente (1) nicht über Zuleitungselemente (3), sondern direkt miteinander verbundenen bzw. kontaktiert sind und sich damit eine extrem einfache Rautenstruktur (15) ergibt, mittels der sich eine kontinuierliche, lückenlose Positionskordinatenbestimmung einer Berührungsstelle über die Messgrößen ermitteln läßt.

5. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, 2 und 4, wobei auf der dem Bediener zugänglichen Seite in geeigneter Weise dargestellten Symbolen bei einer Berührung durch den Bediener eine mit den Positionskordinaten des entsprechenden Symbols softwaremäßig verknüpfte Funktion zugeordnet und ausgeführt wird.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 5, wobei die Charakteristik des Signals der speisenden Quelle bzw. des speisenden Generators (9) entweder ein Stromsignal oder ein Spannungssignal ist.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 5, wobei die Charakteristik der Messsignale entweder ein Stromsignal oder ein Spannungssignal ist.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 7, wobei die kapazitiven Sensorelemente (1) und deren Zuleitungen (3) transparent ausgeführt sind.

9. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 7, wobei das leitende Material der kapazitiven Sensorelemente (1) und deren Zuleitungen (3) Kupfer ist dessen Strukturen wiederum aus einem mit Kupfer beschichteten Kunststoffmaterial herausgeätzt werden.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 9, wobei die Auswerteelektronik (12) aus Generator (9), Microcontroller (13) und Eingangsstufe (14) besteht, wobei der Microcontroller (13) den Generator (9) über eine Amplituden und/oder Phasenregelung regelt und die Kommunikation mit Peripheriegeräten wie PC übernimmt und wobei zwischen vorzugsweise einlagiger, matrizieller, orthogonaler Anordnung von einzelnen kapazitiven Sensorelementen (1) und Auswerteelektronik nur drei geschirmte oder ungeschirmte Leitungsverbindungen bestehen.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, wobei die Charakteristik des Signals der speisenden Quelle bzw. des speisenden Generators (9) ein Spannungssignal ist und die beiden Messsignaleingänge der Eingangsstufe (14) als hochohmige Operationsverstärkerstufen ausgeführt sind.

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 10 und 11, wobei die Messsignale zwischen Eingangsstufe (14) und Microcontroller (13) noch einer Spannungs-Frequenzwandlung unterzogen werden.

13. Verfahren zur Positionskoordinatenbestimmung einer Berührung, das folgenden Schritte und Zuordnungskriterien umfaßt:

Einspeisen eines Signals durch den speisenden Generator (9) in die vorzugsweise einlagige, matrizielle, orthogonale Anordnung von einzelnen, kapazitiven Sensorelementen (1) in beschriebener Weise;

Messen der Größen am gemeinsamen Messsignalknotenpunkt X-Achse (10) und am gemeinsamen Messsignalknotenpunkt Y-Achse (11) durch die Auswerteelektronik (12);

Jedem einzelnen kapazitiven Sensorelement (1) der matriziellen Anordnung wird ein Wertepaar z. B.  $\{U_{ik\ x}, U_{ik\ y}\}$  zugewiesen;

wobei diese Werte im Falle der Nichtberührung der Anordnung gleich groß sind und größer als in jedem denkbaren Fall einer Berührung der matriziellen, orthogonalen Anordnung von einzelnen, kapazitiven Sensorelementen (1);

wobei im Falle der Berührung von einzelnen Matrixelementen auf der Hauptdiagonalen der Anordnung die Wertepaarelemente der Matrix gleich groß sind z. B.  $\{U_{ik\ x} = U_{ik\ y}\}$  sich aber untereinander unterscheiden in Abhängigkeit von ihrer Position auf der Hauptdiagonalen der Anordnung;

wobei im Falle der Berührung eines einzelnen Matrixelementes der Anordnung welches geometrisch an der Hauptdiagonalen der Matrix spiegelbar ist, dessen Messsignalwertepaare z. B.  $\{U_{ik\ x} = U_{ik\ y}\}$  und  $\{U_{ik\ y} = U_{ik\ x}\}$  ebenfalls, jeweils X-Wert gegen Y-Wert getauscht, auch spiegelbar werden;

Eindeutige Ermittlung der XY-Positionskoordinaten einer Berührung der vorzugsweise einlagigen, matriziellen, orthogonalen Anordnung von einzelnen, kapazitiven Sensorelementen (1) durch den Microcontroller und Übermittlung dieser Daten z. B. an den PC.

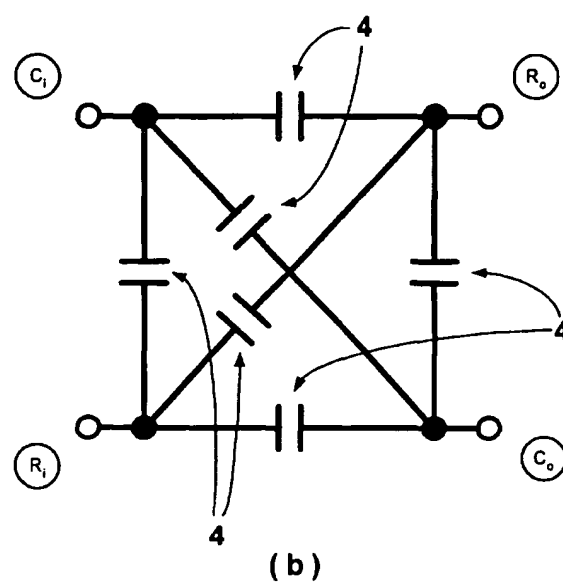
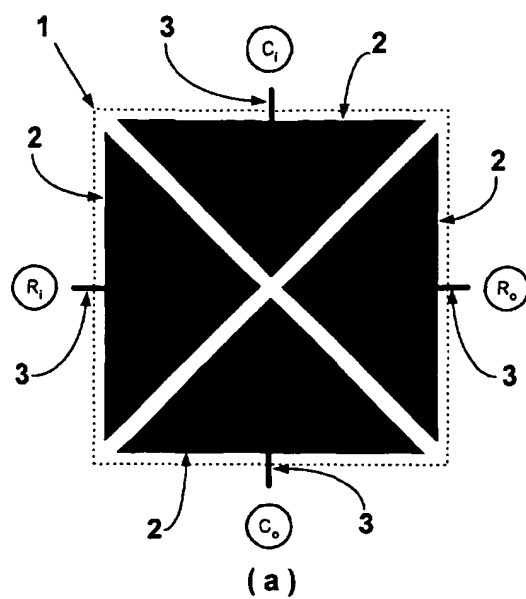
---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65



**Fig. 1**

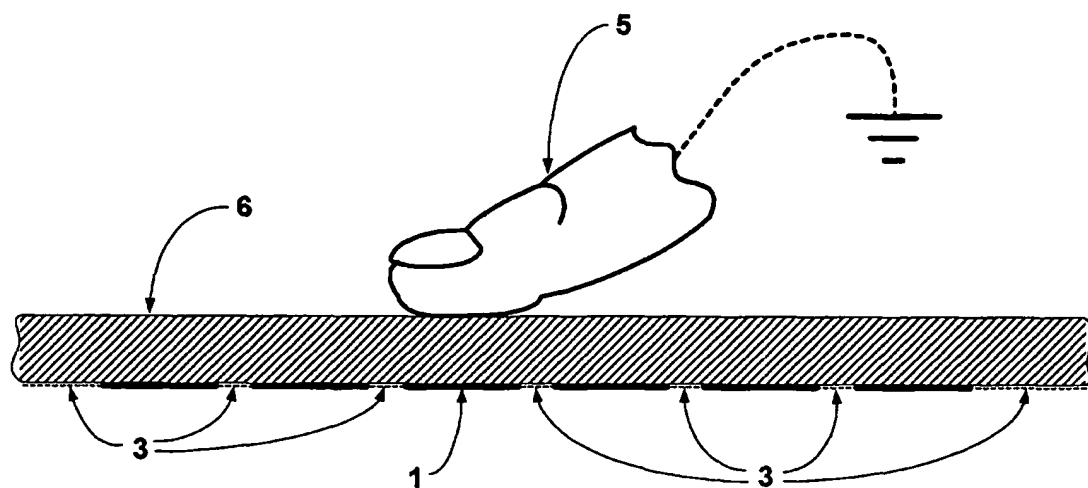


Fig. 2

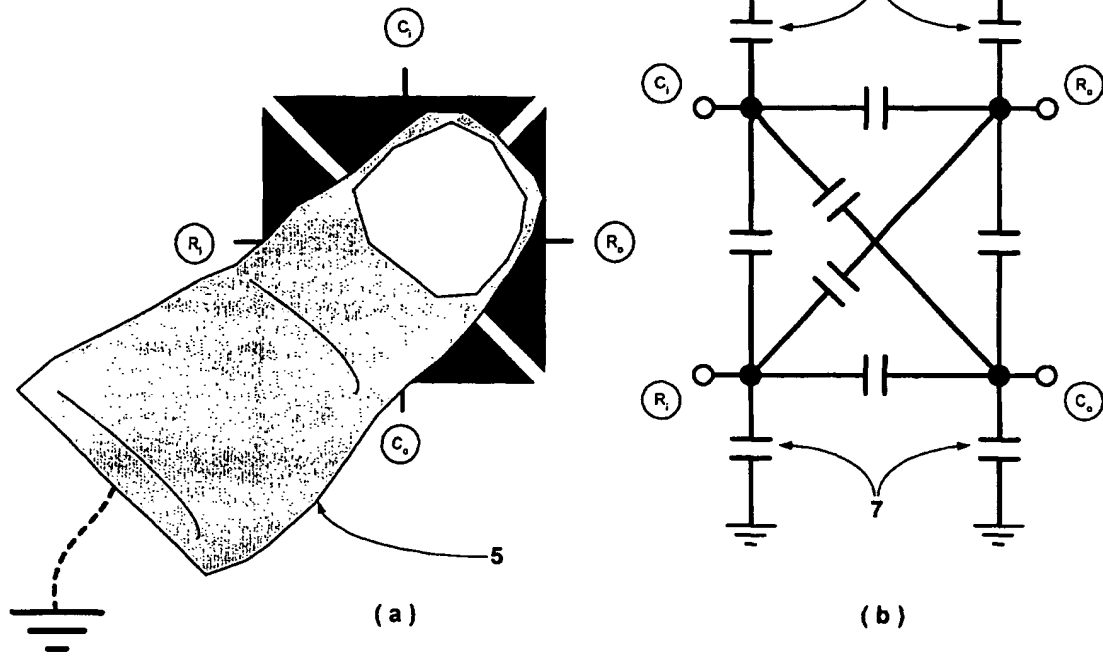


Fig. 3

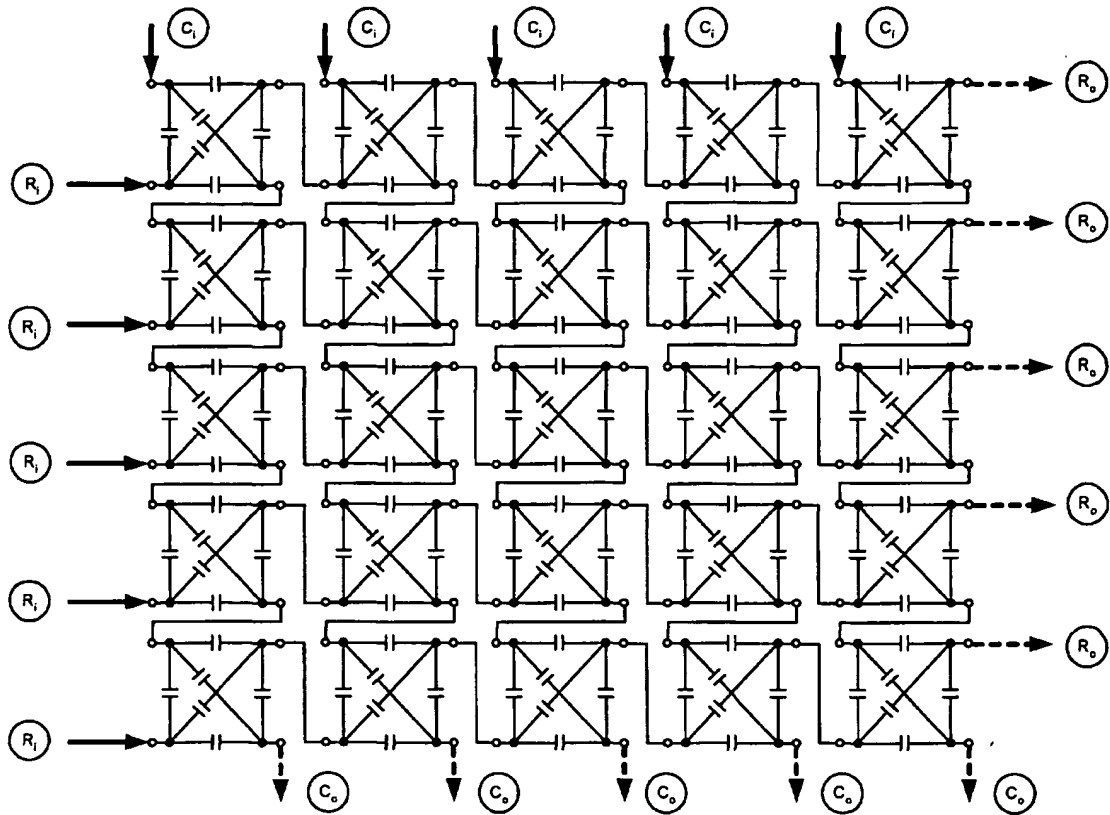


Fig. 4

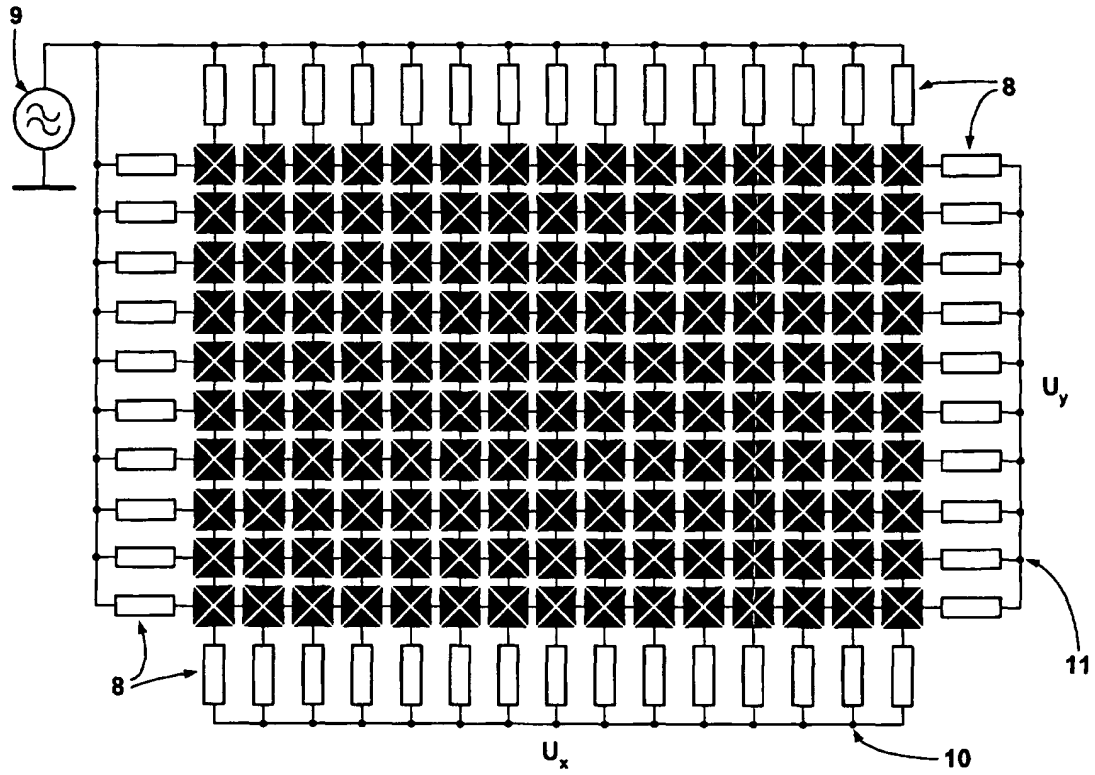


Fig. 5

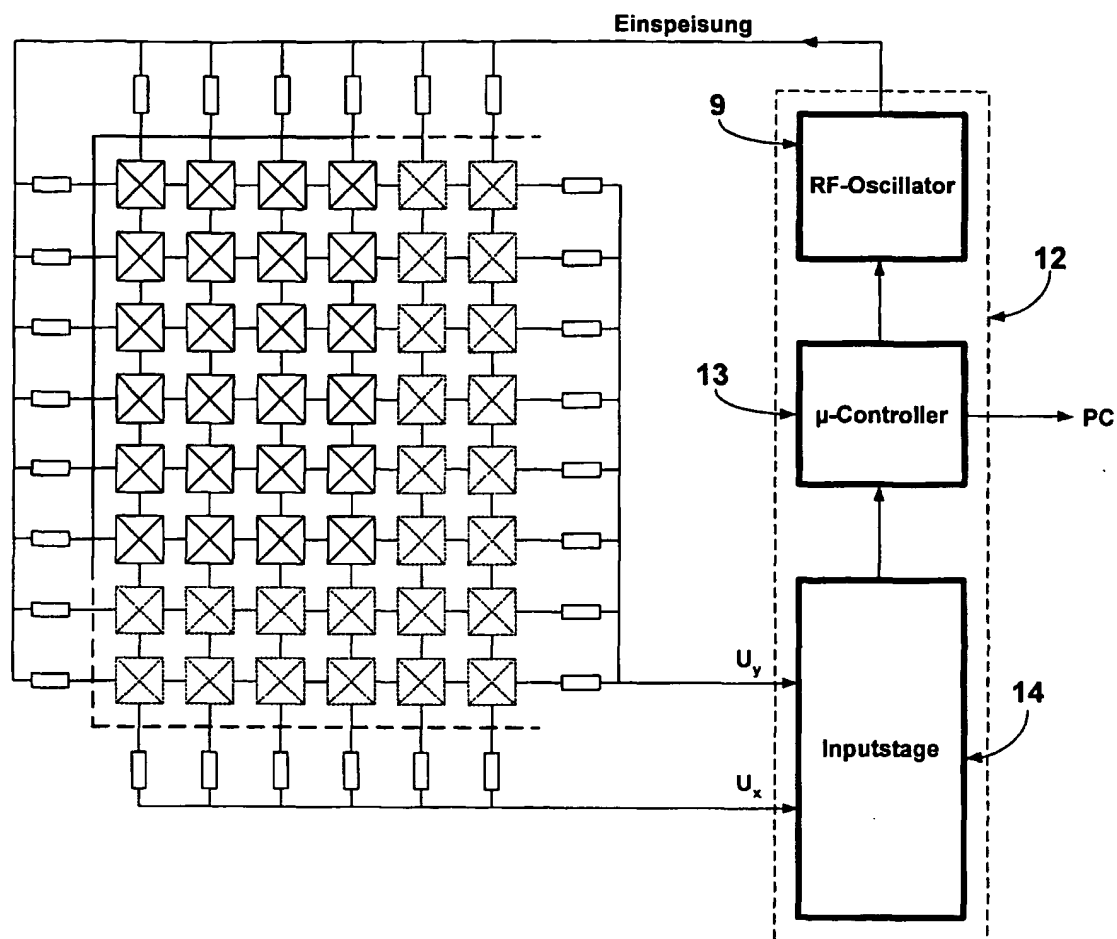


Fig. 6

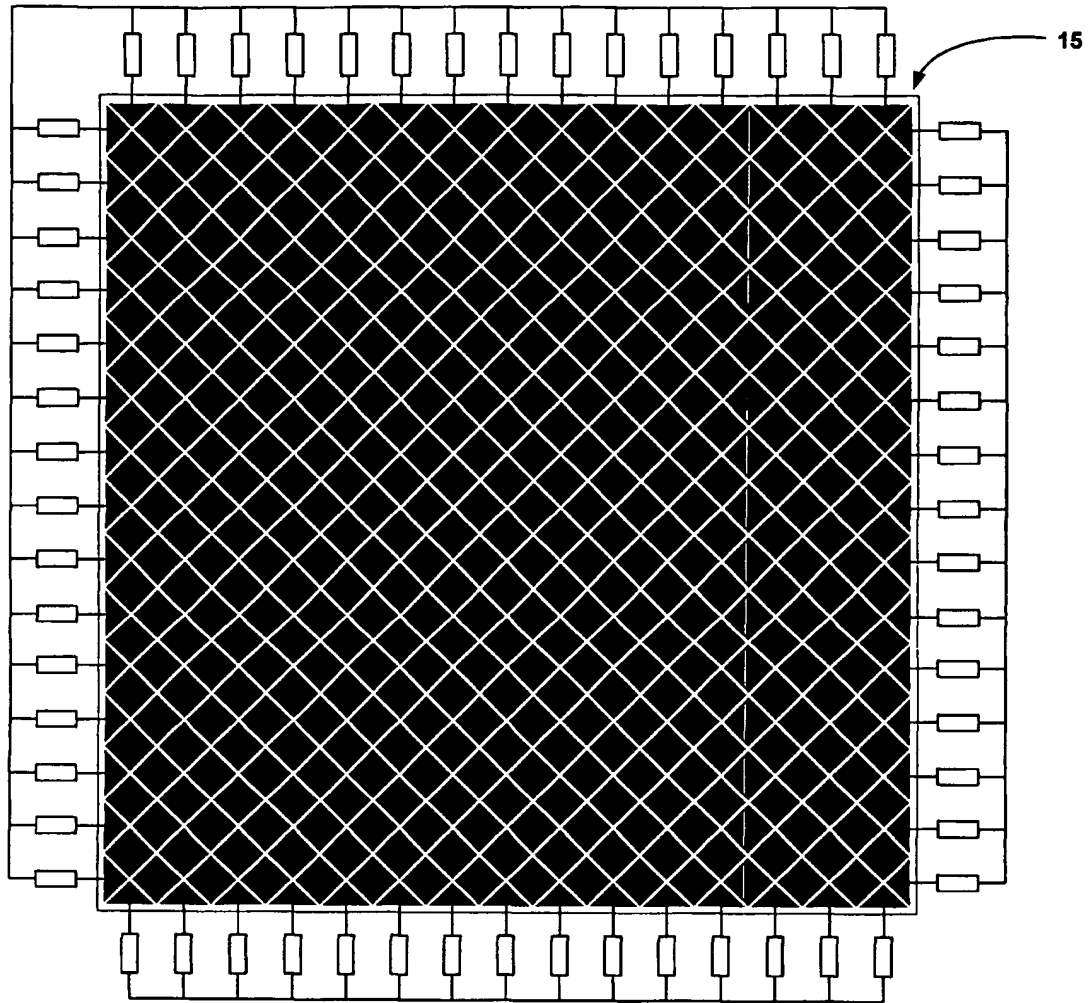


Fig. 7

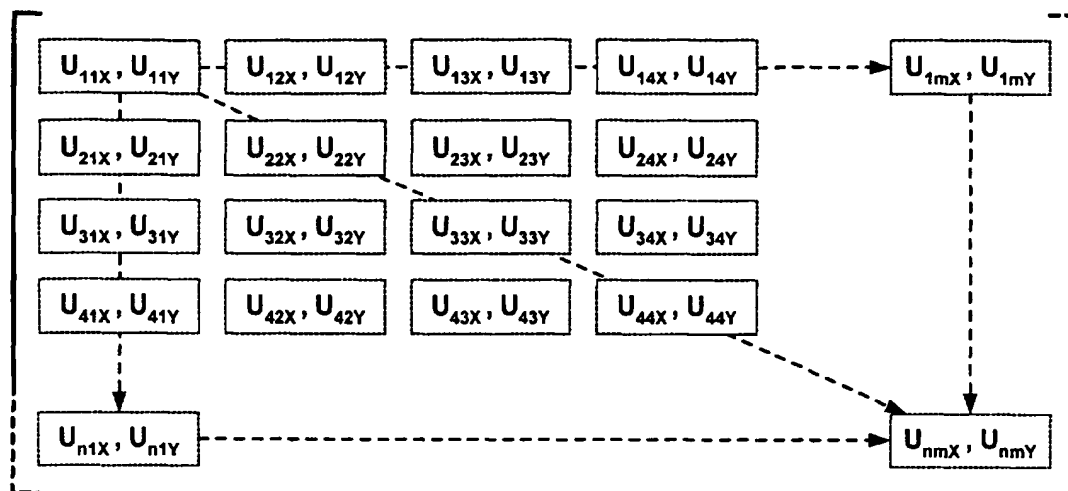


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

### **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**